

SÄHKÖURAKAN LASKENNAN KEHITTÄMINEN J-CAD SÄHKÖMÄÄRÄT -OHJELMAN AVULLA

Aki Pitkäaho
Tekniikan ja liikenteen koulutusala
Sähkövoimatekniikka
Insinööri (AMK)

2017

Tekniikan ja liikenteen koulutusala
Sähkövoimatekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Aki Pitkäaho	Vuosi	2017
Ohjaaja	Ins. (AMK) Marko Kukkola		
Toimeksiantaja	Paikallis-Sähkö Oy		
Työn nimi	Sähköurakan laskennan kehittäminen J-CAD sähkömäärät -ohjelman avulla		
Sivu- ja liitesivumäärä	38+3		

Tämän insinöörityön tavoitteena oli kehittää Paikallis- Sähkö Oy:n urakkalaskentaa sekä saada aikaiseksi menetelmä, jolla yritys pystyy ottamaan sähköisen urakkalaskennan käyttöön siten, että se on taloudellisesti kannattavaa. Yhtenä tutkimisen aiheena oli tarkastella, olisiko ohjelmallisesti suoritettu urakallaskenta tehokkaampaa kuin perinteinen käsinlaskentamenetelmä. Opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia helpot käyttöohjeet, jotka auttavat ohjelman käyttöönotossa ja yhteensovittamisessa yhtiössä käytössä olevan tarjouslaskentaohjelmiston kanssa.

Sähköurakointiliikkeen toiminta perustuu tarjottujen töiden voittamiseen. Sähköurakan huolellinen laskenta vaatii yritykseltä erityistä tarkkuutta ja on työläs ja aikaa vaativa prosessi. Tarjotuista töistä vain murto-osa jää yrityksen tehtäväksi, joten taloudellinen riski ”turhan työn” tekemisestä on prosessissa jatkuvasti läsnä.

Työ toteutettiin laskemalla esimerkkikohteen sähköurakka ensin käsinlaskentamenetelmällä ja seuraavaksi ohjelmallisesti. Ohjelmallisessa laskennassa käytettiin J-CAD sähkömäärät -ohjelmaa ja tuloksia verrattiin lopuksi keskenään ottaen huomioon laskentaan käytetty aika sekä siihen kohdistuneet taloudelliset kustannukset. Saatujen tulosten vertailu osoitti, että ohjelmallisesti suoritettu määrälaskenta on tehokasta ja tarkkaa.

Avainsanat

urakkalaskenta, määrälaskenta,
sähkösuunnittelu, urakointi

Technology, Communication and Transport
Electrical Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Aki Pitkäaho	Year	2017
Supervisor	Marko Kukkola B,Sc		
Commissioned by	Paikallis-Sähkö Oy		
Subject of thesis	Development of the electrical contract calculation by using J-CAD electrical quantity software		
Number of pages	38+3		

The objective of this Bachelor's Thesis was to improve contract calculations for the benefit of Paikallis-Sähkö Oy, and create an economically profitable method to use it. One of the subject of research was to exam, if electrical quantity counting is more effective than the traditional way. Easy to use instructions were made, which may be useful in the coordination of the offer calculation and the electrical quantity software.

Electrical contracting company's business is based on beating contracts. The Meticulous way of calculating offers is a hard and time consuming process, which takes a lot of effort from the company who's performing it. Only a fraction of all contracts offered will be made by the company, that is why the risk of doing work which does not lead to a desirable outcome is always there.

This Bachelor's Thesis was implemented by using both traditional and electrical quantity calculation and comparing them. Electrical calculation was performed by using J-CAD electrical quantity software. In the end, both ways were analyzed, as well as the time used and the economical influences were noticed. The result of the outcome shows that electrical calculation is more effective and accurate most of the times.

Key words

Offer accounting, Quantity surveying, Electric drawing, Contracting

SISÄLLYS

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Toimeksiantaja Paikallis-Sähkö Oy	9
1.2 Nykyinen omistusrakenne	9
2 URAKKAMUODOT	10
2.1 Kokonaisurakka	10
2.2 Jaettu urakka	11
2.3 Kokonaisvastuurakentaminen eli KVR-urakka	11
2.4 Alistettu sivu-urakka	12
2.5 Nykyaikainen allianssiurakka	13
3 TARJOUSLASKENTA	14
3.1 Tarjottavan kohteen arviointi	14
3.2 Tarjouksen muodostaminen	15
4 KÄSIN SUORITETTAVAN MÄÄRÄLASKENNAN PERIAATE	17
5 LASKETTAVAN TYÖMAAN ESITTELY	18
6 ESIMERKKIKOHTEEN KÄSINLASKENTA	19
7 ESIMERKKIKOHTEEN SÄHKÖINEN MÄÄRÄLASKENTA	27
7.1 J-CAD ohjelmiston esittely	27
7.2 Projektin luonti ja kuvien tuonti ohjelmaan	27
7.3 Pohjakuvien mittakaavan tarkistaminen	28
7.4 Mittaaminen J-CAD ohjelmistolla	29
7.5 Raporttien ja siirtotiedostojen luominen ja siirto	31
8 LASKENTATAPOJEN VERTAILU	33
8.1 Sähköinen laskenta	33
8.2 Manuaalinen massalaskenta	34
8.3 Kustannusvertailu	34
9 POHDINTA	36

LÄHTEET	37
LIITTEET	38

ALKUSANAT

Haluan kiittää tämän työn toimeksiantajaa, Paikallis-Sähkö Oy:tä joka antoi minulle mahdollisuuden tämän lopputyön tekemiseen. Erityisesti haluan kiittää sähkötöiden johtajaa Risto Pekkala, jonka ajatuksesta tämä työ sai alkunsa. Kiitos kuuluu myös yhtiön muille työntekijöille jotka ovat tukeneet minua matkan varrella, sekä tietysti ohjaavalle opettajalleni Marko Kukkolalle.

Suuri kiitos kuuluu myös läheisilleni jotka ovat tukeneet minua koko opiskelujeni ajan.

Oulussa 24.4.2017

Aki Pitkäaho

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

YSE 1998	Rakennusalan yleiset sopimusehdot
RT 80721	Alistetun urakan vakiosopimusmalli
LVIS	Lämpö, vesi, ilmastointi ja sähkö
KVR	Kokonaisvastuurakentaminen
CAD	Computer Aided Design tietokoneavusteinen suunnittelu
RYS-9 1998	Rakennusalan kuluttajasopimus
PDF	Portable Document Format
DWG	CAD- ohjelmiston piirtoformaatti
DCC	Digital command control

1 JOHDANTO

Tämän insinöörityön tarkoituksena on tutkia Paikallis-Sähkö Oy:n toimeksiantosta, voisiko firman nykyistä urakanlaskentaa tehostaa sähköisen laskennan avulla. Työssä keskitytään erityisesti massoitteluvaiheeseen, jossa lasketaan työhön kuuluvien tarvikkeiden määrä. Laskennassa käytettiin J-CAD sähkömäärät ohjelmaa. Lasketut tarvikkeet siirretään yhtiössä käytössä olevaan Broker-urakkalaskentaohjelmaan, jolla muodostetaan työn kokonaishinta. Työssä kerrotaan lisäksi lyhyesti nykyisistä urakkamuodoista sekä yleisesti tarjouksen muodostuksen eri vaiheista.

Yhtiön nykyinen massoittelutapa on perinteinen käsilaskentamenetelmä. Suunnittelijalta saapuneista kuvista lasketaan kaikki artikkelit ja tulokset kirjataan erillaisiin Excel-pohjaisiin taulukoihin sekä kuvien reunoihin. Laskentaa varten joudutaan hankkimaan erillinen kuvasarja, minkä vuoksi firman varastot täytyvät vanhoista kuvista.

Käsinlaskeminen on hidasta ja tarkkuutta vaativaa työtä, jossa inhimillisten virheiden todennäköisyys kasvaa. Käsin täytettyjä listoja on poikkeuksetta useita sivuja ja samoja artikkeleita joudutaan keräämään monista eri listoista ensimmäisen laskentakierroksen jälkeen. Massoitteluvaiheen tehostamisella pyritään vastaamaan asiakkaiden tarpeisiin nopeasta tarjouksen antamisesta. Nykyisellä menetelmällä joudutaan välillä tilanteeseen, jossa kaikkia tarjolla olevia töitä ei pystytä tarjoamaan vaaditussa aikataulussa.

1.1 Toimeksiantaja Paikallis-Sähkö Oy

Paikallis- Sähkö Oy on vuonna 1959 perustettu yritys, jonka alkuperäinen nimi oli Sotkamon Sähkö. Kymmenen vuotta myöhemmin yritys otti käyttöön nykyisen nimensä. Toimintavuosiensa aikana Paikallis-Sähköstä on kehittynyt merkittävä toimija Oulun ja Kainuun talousalueilla. Yhtiön pääpaikka sijaitsee Kajaanissa, jossa suurin osa henkilöstöstä työskentelee. Tänä päivänä yritys toimii seitsemällä paikkakunnalla ja on vakavarainen ja arvostettu kumppani sähköurakoinnin alalla. Vuonna 2015 yrityksessä työskenteli 113 henkilöä ja sen liikevaihto oli 13,1 miljoonaa euroa. (Paikallis-Sähkö Oy 2016.)

1.2 Nykyinen omistusrakenne

Toukokuussa 2016 Paikallis-Sähkö Oy myytiin sijoitusyhtiö Quattro Mikenti Groupille. Kaupan myötä sen liikevaihto kasvoi yli 100 miljoonaan euroon. Yritysr ryhmään kuuluu Paikallis-Sähkö Oy:n lisäksi viisitoista LVIS sekä sprinkleriin erikoistunutta yritystä Venäjällä ja suomessa. Konsernin palveluksessa on lähes 500 alan ammattilaista. (Paikallis-Sähkö Oy 2016.)

2 URAKKAMUODOT

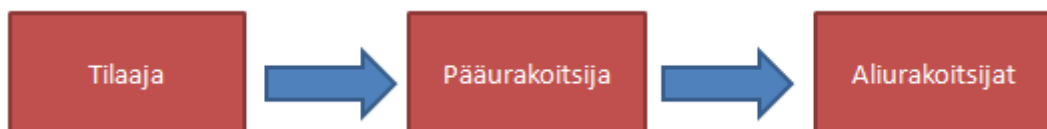
Rakennusalalla tehtävät työt jaetaan ensisijaisesti urakoihin. Urakkamuodon valinnalla periaatteessa sovitaan sopimusrakenteen organisointitapa sekä osapuolten suoritusvelvoitteista. (Lindholm, 2015)

Urakkamuodon määrittelee hankkeen tilaaja omien tarpeidensa ja tavoitteidensa mukaisesti. Kaikkia urakkamuotoja sitovat rakennusalan yleiset sopimusehdot eli YSE 1998, sekä lisäksi rakennusalan kuluttajasopimus RYS-9 1998 yli 10000 e:n arvoisia sähköurakoita.

Urakkamuotoa ei tule sekoittaa urakkasopimukseen jossa määritellään tehtäville töille aikataulu, hinta sekä maksupostiliikenne. Sujuvan urakoinnin kannalta on alkuvaiheessa olennaisen tärkeää selvittää sopimussuhteet toisten urakoitsijoiden ja tilaajan kesken. Tämän vuoksi erityyppiset urakkamuodot tulee sisäistää ja tarkistaa urakkasopimuksesta.

2.1 Kokonaisurakka

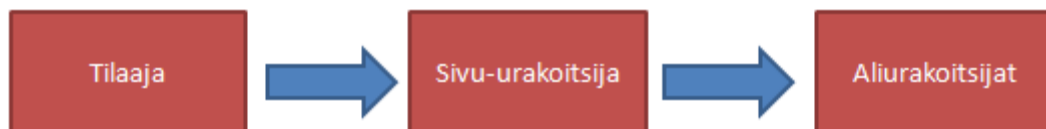
Kokonaisurakka on eniten käytetty urakkamuoto nykyaikana. Tilaaja solmii suoraan sopimuksen valitsemansa urakoitsijan kanssa kuvion 1. mukaisesti. Urakoitsija ottaa kokonaisvastuun kaikista työmaalla tehtävistä töistä, sekä valvoo ja vastaa työturvallisuudesta. Tällä sopimusmuodolla työn tilaaja välttyy ottamasta osaa pääurakoitsijan ja mahdollisten aliurakoitsijoiden ongelmatapauksiin. Pääurakoitsija solmii aliurakalla tehtävistä töistä sopimukset omiin nimiinsä LVIS-yritysten kanssa. Suomessa on joitain rakennusalan yrityksiä jotka teettävät myös rakennustekniset työt aliurakoina ja jättävät itselle vain työmaan johtamiseen liittyvät työt. (Rakennushankkeen sopimussuhteet ja eri urakkamuodot. 2017)



Kuvio 1. Kokonaisurakka

2.2 Jaettu urakka

Jaetulla urakkamuodolla, työt tilaava taho varaa itselleen mahdollisuuden, pilkkoa hanke pienempiin, erillisiin urakoihin kuvion 2. mukaisesti. Tällä tavalla toimien, tilaaja voi saavuttaa kustannussäästöjä, mutta työn hallittavuus vaikeutuu, koska töiden yhteensovittaminen kuuluu lähtökohtaisesti rakennuttajalle. Joissain tapauksissa työt saattavat viivästyä, koska tilaaja hyvin usein odottaa vielä tarjouksia joistain urakoista, kun työt ovat jo käynnissä. Pääurakoitsija vastaa työn lopputuloksesta, mutta ei ole suorassa sopimussuhteessa muiden urakoitsijoiden kanssa. Tämä sopimusmuoto asettaa työn tilaajalle suurempia haasteita, eikä sen vuoksi ole niin suosittu kuin edellinen muoto.



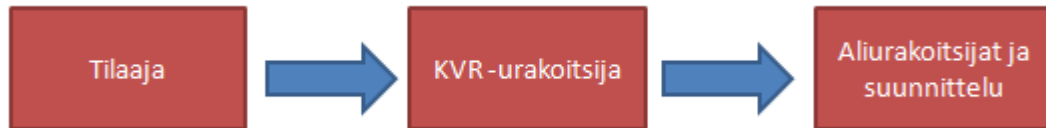
Kuvio 2. Jaettu urakka

2.3 Kokonaisvastuurakentaminen eli KVR-urakka

KVR-urakointi tarkoittaa sitä, että yksi urakoitsija vastaa koko hankkeen toteutuksesta aina suunnittelusta toteutusvaiheeseen asti. Rakennuttaja on tasavertainen kumppani urakoitsijan kanssa, ja kyseessä on niin sanottu avaimet käteen malli. Urakoitsija solmii sopimukset kaikkien aliurakoitsijoiden kanssa ja on vastuussa niistä, kuten kuviosta 3. ilmenee.

Rakennuttajan asema selkeytyy, koska se on sopimussuhteessa ainoastaan pääurakoitsijan kanssa eikä hanke näin ollen sido kovinkaan paljon sen omia resursseja.

KVR rakentamisen yhtenä hyvänä puolena pidetään edellisen lisäksi muun muassa toimintamallin selkeyttä ja joustavuutta. Urakoitsijoiden hyvä yleisen hintatason ymmärrys voi parhaassa tapauksessa tuoda merkittäviä säästöjä hankkeen tilaajalle. KVR rakentamisen heikkoutena voidaan pitää sen soveltumattomuutta korjausrakentamiseen, jossa on paljon epävarmuustekijöitä.



Kuvio 3. Kokonaisvastuurakentamisen

2.4 Alistettu sivu-urakka

Sivu-urakan alistaminen on jaetun urakan hallinnan avuksi kehitetty menettely. Tällä tarkoitetaan menettelyä ja sopimustapaa, jossa rakennuttaja solmii sopimukset eri urakoitsijoiden kanssa ja sen jälkeen alistaa niiden hallinnan pääurakoitsijalle kuvion 4. mukaisesti. Urakan alistamisesta sovitaan aina kirjallisesti käyttäen vakiosopimusta RT 80721. Samalla aliurakoitsijoiden laskutus siirretään pääurakoitsijan kautta kulkeväksi. Pääurakoitsijaksi nimetään yleensä keskeisimmästä työsuorituksesta vastaava taho. Tämä muuttaa jaetunurakan sopimussuhteita siten, että osa rakennuttajan velvoitteista siirtyy pääurakoitsijan vastuulle, eikä tilaaja ole vastuussa pääurakoitsijan ja aliurakoitsijan mahdollisista keskinäisistä ongelmista. Samalla eri urakoitsijat tulevat sopimussuhteeseen keskenään, mutta vastuu töiden yhteensovittamisesta on pääurakoitsijalla.

Tällainen malli sopii tilaajalle joka haluaa itse valita aliurakoitsijat ja hakea sitä kautta etua hankkeelleen. Toisaalta malli sitoo tilaajalta huomattavasti enemmän resursseja kuin esimerkiksi kokonaisvastuurakentaminen. (Mattila, 2013)



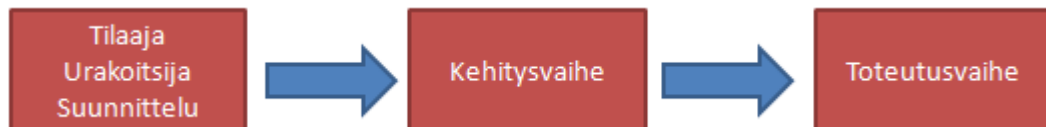
Kuvio 4. Alistettu sivu-urakka.

2.5 Nykyaikainen allianssiurakka

Allianssirakentaminen on urakkamuodoista uusin ja tulee lisääntymään voimakkaasti tulevaisuudessa, varsinkin julkisissa rakennushankkeissa. Sen ideana on toiminnan avoimuus, jossa kaikki sopijapuolet toimivat tiiviissä yhteistyössä koko hankkeen ajan yhteisen päämäärän saavuttamiseksi. Osapuolten keskinäinen luottamus on tämän mallin avainasioita. Hanke jaetaan karkeasti kehitys ja toteutusvaiheisiin kuvion 5. mukaisesti.

Kehitysvaiheessa tilaaja, urakoitsijat ja suunnittelijat hakevat kustannustehokkaita ratkaisuja ja ideoivat yhdessä hankkeen eteenpäin viemiseksi. Samassa yhteydessä sovitaan yhteisesti töiden laskutukseen ja palkkioiden jakamiseen liittyvät pelisäännöt.

Toteutusvaiheessa rakennustöiden alkaessa, urakoitsijan tehtäväkuva on selkeä yhdessä luotujen raamien ansiosta. Allianssimallissa mahdolliset hyödyt ja haitat jakaantuvat kaikkien sopimusosapuolten kesken. Sopii erityisesti suurten ja monimutkaisten hankkeiden urakkamalliksi. (Prodeco Oy 2017.)



Kuvio 5. Allianssi rakentaminen.

Allianssin organisaatorakenne koostuu allianssin johtoryhmästä, projektin johtoryhmästä ja projektiorganisaatiosta. Allianssin johtoryhmä vastaa ylimmän tason johtamisesta, tavoitteiden asettamisesta projektiryhmälle ja projektiryhmän suorituskyvyn valvonnasta. Projektinjohtoryhmä vastaa projektin päivittäisestä johtamisesta ja johtoryhmän asettamien tavoitteiden täyttymisestä pyrkien toimimaan projektin eduksi. Laajempi projektiorganisaatio vastaa projektinjohtoryhmän tavoitteiden täyttymisestä. (Rakennusliitto 2016.)

3 TARJOUSLASKENTA

Sähköurakoinnissa kriittisin osa-alue on laskenta, joka sitä harjoittavan liikkeen tulee hallita. Jatkuvasti kiristyvillä markkinoilla virheisiin ei yksinkertaisesti ole varaa, tai käteen jää ainoastaan hävittyjä urakoita. Vielä pahempaa olisi ainoastaan saada työ, jonka laskentavaiheessa on tehty sen kokoluokan virheitä, että pahimmassa tapauksessa firma ajautuu konkurssiin.

Annetuista tarjouksista murto-osa johtaa tilaukseen. Sen vuoksi tarjousprosessi tulee pystyä saattamaan alusta loppuun sujuvasti ja suunnitellussa aikataulussa. Näin toimien oma kilpailukyky paranee ehkä juuri sen viimeisen kymmenyksen verran jolla voitetaan kilpailijat.

Tänä päivänä halvimman hinnan tarjonnut urakoitsija saa yleensä työn tehtäväkseen. On kuitenkin nähtävissä, että myös muut asiat kuten laatujärjestelmät ja firman yleinen maine vaikuttavat lopputulokseen.

3.1 Tarjottavan kohteen arviointi

Kattavan tarjouksen tuottamiseksi, tulee kohteesta muodostaa selkeä kokonaiskuva. Arvioinnin tarkoituksena on selvittää, että perusedellytykset tarjouksen muodostamiseen ja itse työn suorittamiseen ovat kunnossa.

Arviointi aloitetaan ensimmäiseksi itse tarjouksen kysyjästä eli potentiaalisesta sopimuskumppanista. Mikäli kysyjä on entuudestaan tuttu ja sen kanssa on harjoitettu menestyksellistä liiketoimintaa aiemminkin, jatketaan asiakirjojen tutkimista. Sama pätee myös asiakkaisiin joiden tiedetään tarvitsevan urakoitsijoiden palveluita hyvin usein, ja yhteistyömahdollisuuksia voi tulla tulevaisuudessa lisää. (Saastamoinen 2011, 18)

Jos tarjouksen pyytäjä on entuudestaan tuntematon, kannattaa yrittää selvittää onko tarjouksen saamiselle oikeita edellytyksiä vai onko kyseessä vain markkinahintojen tarkistus. Samassa yhteydessä kannattaa tarkistaa tarjousta pyytäneen yhtiön taloudellinen tila. Mikäli tarjouspyyntö on tullut tunnetun kumppanin suosituksesta, tulee siihen suhtautua normaalilla vakavuudella. (Saastamoinen 2011, 18)

Seuraavaksi arvioidaan miten kohde sopii omaan osaamisalaan ja onko sen suorittamiseen kyseisenä ajankohtana riittävästi resursseja. Mikäli tarjouspyynnössä on mukana erikoistöitä joita joudutaan teettämään ulkopuolisella urakoitsijalla, riskit luonnollisesti lisääntyvät. Ulkopuolisen tekijän pätevyys tulee selvittää samalla tavalla kuin tarjouspyynnön lähettäjän. (Saastamoinen 2011, 18)

Mikäli omalla henkilöstöllä puolestaan on jotakin kohteen vaatimaa erikoisosaamista, arvioidaan voiko sillä saavuttaa jotain etua kilpailijoihin nähden. Erikoisosaamista voi olla esimerkiksi valokuitukaapeleiden päättämistyöt.

3.2 Tarjouksen muodostaminen

Tarjous muodostetaan aina asiakirjojen määrittelemällä tavalla. Mikäli urakoitsija haluaa jostain syystä poiketa tarjouspyynnön ehdoista, kuten maksuista tai aikataulusta tulee se ilmaista selkeästi tarjouksessa. Tarjouspyynnössä olevista ehdoista poikkeamalla urakoitsija ottaa riskin tarjouksen hylkäämisestä, joten sitä tulisi välttää. Kun tarjous jätetään sitä pyytäneelle taholle, tulee siitä sitova. Tarjoushinta on onnistunut kun tilaaja ja palvelun tuottaja tuntevat kumpikin tehneensä hyvät kaupat. Väärin määritelty tarjoushinta johtaa kahteen asiaan: töitä on liikaa tai liian vähän. (Saastamoinen 2011, 42, 43)

Tarjouksen kokonaishinta määräytyy urakan varsinaisten kustannusten ja kateprosentin summasta, kuten taulukosta 1. käy ilmi. Kateprosentti määritellään yhtiökohtaisesti vuosibudjettia laadittaessa. Urakkatarjousta muodostaessa tulee muistaa, että budjetissa on määritelty yhtiön minimikate johon vuositasolla on päästävä. Mikäli vuoden aikana on tehty töitä alle minimikatteen, joudutaan turvautumaan katteen tarkastamiseen työmaakohtaisesti, jotta haluttu vuositaivoite saavutetaan. Tätä keinoa tulisi kuitenkin käyttää harkiten, koska näin toimimalla urakkatarjouksesta tulee herkästi liian kallis. Lisäksi tarjoushinnassa huomioidaan työn ja materiaalin kustannusnousu vaikutukset eli indeksi. (Saastamoinen 2011, 42, 43)

	Kustannus€	Kust.var.(%)	Kust.var.(e)	Kust.yht.(e)	Kate(%)	Kate €	Yht.(e)
Materiaalit	100000	3	3000	103000	15	15450	118450
Projekti hankinnat	100000			100000	15	15000	115000
Palkat	95000			95000	15	14250	109250
Matka ja päiväraha	0			0	15		
Alihankinta	12000			12000	15	1800	13800
Projektihoi- to kulut	20000			20000	15	3000	23000
Yht.	327000		3000	330000		49500	379500

Taulukko 1. Projektin kulurakenteen laskelma taulukko

4 KÄSIN SUORITETTAVAN MÄÄRÄLASKENNAN PERIAATE

Käsin suoritettava määrälaskenta tarkoittaa sitä, että työkohteeseen menevät tarvikkeet lasketaan yksitellen laskentakuvista. Käsin laadittu massaluettelo on tällä hetkellä eniten käytetty laskentatapa sen vähäisten investointien vuoksi. Laskentaan käytettävät tarvikkeet ovat normaaleja toimistotarvikkeita, jotka ovat hyvin edullisia hankintahinnoiltaan.

Laskentakuviin tehdään laskennan edetessä merkintöjä erivärisillä tusseilla uudelleen laskennan välttämiseksi. Saadut tulokset merkitään laskentakuviin, erilliselle paperille sekä Excel-pohjaisiin laskentataulukoihin (Taulukko 2.)

Käsin laskemalla kokenut laskija voi päästä hyvinkin tarkkoihin tuloksiin mutta sen heikkoutena on pitkä kesto. Laskentaprosessia on hyvin vaikea nopeuttaa muuten kuin laskijoiden lisäämisellä, muuten riski virheiden todennäköisyydestä kasvaa. Varsinkin isoissa kohteissa laskenta-aika on varovaisesti arvioiden vähintään kuukausi, riippuen laskentaan käytetyistä resursseista.

Lopuksi kaikkien taulukoiden ja papereiden tulokset kerätään yhteen ja syötetään yhtiön urakkalaskentaohjelmaan.

	A	B	C	D	E
1	04 404 027	04 408 027	04 412 027	04 418 027	04 424 027
2	MMJ	MMJ	MMJ	MMJ	MMJ
3	3x1.5 S	4x1.5 S	5x1.5 S	3x2.5 S	5x2.5 S
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18	04 440 027	04 444 027			
19	MMJ 5x16S	MMJ 5x25S			
20					

Taulukko 2. Excel-pohjainen laskentataulukko.

5 LASKETTAVAN TYÖMAAN ESITTELY

Käsin ja J-CAD sähkömäärät ohjelmalla tuotetun massalistan vertailutyömaana on Paikallis-Sähkön Pohjankartanon koulun A-osan saneeraus. Laskennassa on käytetty PDF- muodossa olevia laskentakuvia. Työmaa sijaitsee Oulussa ja sen sähkötyöt on suunnitellut Oululainen insinööritoimisto Palosaari Oy.

Urakka sisältää rakennuksen kellaritilat, 1. kerroksen keittiön, ruokasalin, vahtimestarin alueen, käsityöluokkien sekä kattolämmitysten ja ilmastointihuoneen sähkötyöt. Kohteeseen sisältyy myös purkutöitä jotka suoritetaan erillisenä varsinaisesta urakasta.

Kohteen urakkamuotona on allianssiurakka jonka toimintatapaperiaatteet on esitetty luvussa 2.5.

6 ESIMERKKIKOHTTEEN KÄSINLASKENTA

Käsinmassoittelumenetelmää käytettäessä suunnittelijan tuottamista kuvista ja ohjeista lasketaan kaikki työmaahan käytettävät tarvikkeet yksitellen.

Tarjoukseen sisältyvien tarvikkeiden hinta on sen päivän hinta jolloin ne on urakkalaskentaohjelmaan syötetty. Tarvikkeiden oston yhteydessä yhtiössä työskentelevä sisäänostaja tilaa tuotteet hankinta-ajankohtana halvimman hinnan tarjoavalta tukkukauppiaalta.

Tarvikkeiden asentamiseen määritellään työhinta käyttämällä sähköistysalan urakkahinnoittelukirjaa, joten sen määrittämisellä ei periaatteessa kenenkään pitäisi saada etua kilpailijoihin nähden.

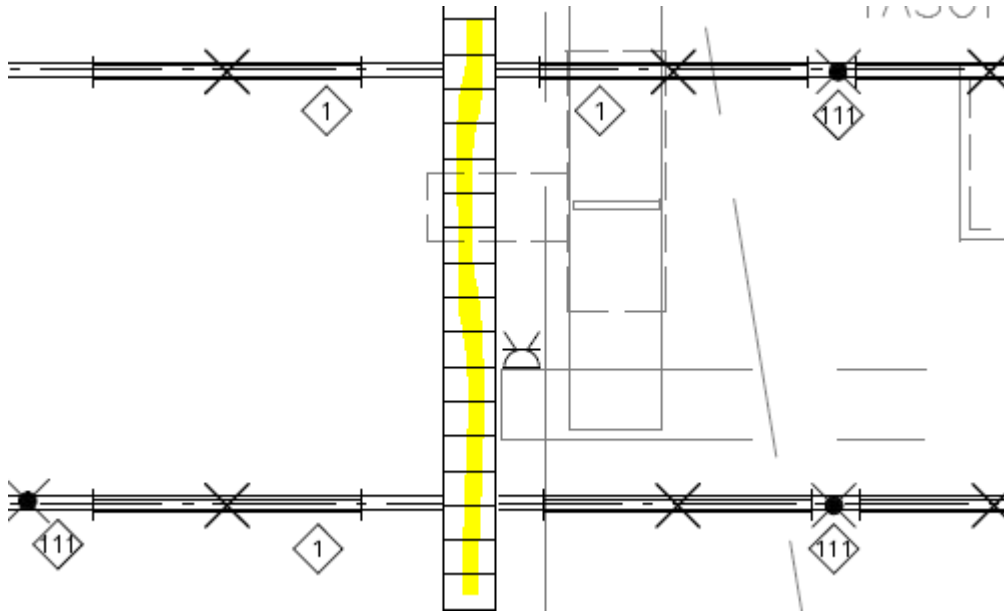
Määrälaskentaa lähdettiin suorittamaan suunnittelijan luoman sähkötyöselostuksen pohjalta, jossa on käytetty vanhaa S2000- nimikkeistöä. Selostukseen on merkitty järjestelmille omat positiot joiden mukaisesti urakkatarjous muodostetaan. Tässä tapauksessa positiot ovat:

- H101 Kaapelihyllyjärjestelmät
- H102 Johtokanavajärjestelmät
- H104 Ripustusjärjestelmät
- H2022 Pääkeskus
- H2024 Ryhmäkeskukset
- H2025 Keskustenväliset syöttöjärjestelmät
- H2026 Maadoitukset ja potentiaalintasaukset
- H203 Sähkönmittausjärjestelmät
- H301 LVI- laitteistojen sähköistys
- H401 Pistorasiat
- H501 Yleisvalaistusjärjestelmät

- H501 Turvavalaistusjärjestelmät
- H602 Sulanapitojärjestelmät
- J101 Puhelin- ja ATK- järjestelmä
- J202 Äänentoistojärjestelmä
- J305 Ajannäyttöjärjestelmä
- J403 Rikosilmoitusjärjestelmä
- J407 Paloilmoitinjärjestelmä
- J65 Rakennusautomaatiokaapelointi

Laskenta aloitettiin johtoreittien mittaamisella eli samalla kertaa laskettiin hyllyt, johtokanavat sekä valasinripustuskiskot kuvion 6. mukaisesti. Kaapelihyllyt olivat suunnitelmien mukaisesti tikashyllyjä mitoiltaan 200–500 mm. Johtokanavien vaakaosuudet olivat valkoista MEKA :n valmistamaa johtokanavaa malliltaan 170-2M, jossa heikko- ja vahvavirtakaapelit on erotettu väliseinällä. Pystyosuudet toteutetaan saman valmistajan 108-M mallilla. Valasinripustuskiskot ovat puolestaan 110 mm leveää valkoiseksi maalattua tuotetta. Pysty- ja nousu- osuudet arvioitiin 3 m:n kerrokorkeuden perustella.

Mittaus suoritettiin suhdeviivainta apuna käyttäen. Kuvien mittakaava oli 1:50. Saadut tulokset syötettiin urakkalaskentaohjelmaan pakettirekisterin kautta jolloin laskentaan tulee mukaan työnosuus ja tarvikkeet.



Kuvio 6. Kaapelihyllyjen käsinmittaus.

Kohteen keskukset alihankitaan keskusvalmistajalta. Uusi pääkeskus sijoitetaan uuteen rakennettavaan huoneeseen johon käytössä olevat kaapelit käännetään. Laskennassa huomioidaan vanhojen kaapeleiden purku, uudelleenkytkentä sekä jatkaminen. Töitä joudutaan suorittamaan osittain yöaikaan sähkökatkoista aiheutuvien haittojen minimoimiseksi. Kokonaisuudelle voidaan määritellä hinta, kun keskusten omakustannushinta saadaan selville.

Asennustöille voidaan määritellä hinta etukäteen keskusten asennustavan ja pinta-alan mukaan. Keskusten leveys mitattiin laskentakuvista joka kerrottiin 2 m:llä joka on keskusten yleisin korkeus. Keskuskuvista lasketaan keskukseen liitettävät kaapelit ja kytkentähinnat suoraan pakettirekisteristä. Työhön lisättiin vanhojen kaapeleiden jatkamisesta aiheutuvat kulut.

Keskuksia syöttävät johdot mitattiin tarkasti. Johdot ovat poikkipinnaltaan hyvin paksuja ja niiden sisäänostohinnat kalliita, jopa 18 euroa/m (alv0%).

Laskentavaiheessa jouduttiin miettimään kaapelien vetoreitit, koska niitä ei ollut määritelty missään. Reiteiksi valikoitui hyllyreittien 500 mm levyiset, mahdollisimman suorat osuudet. Asennusvaraksi kaapeleille varataan 2 m molempiin päihin asennustavan ollessa oikaistuna johtoteille.

Rakennuksen maadoituselektrodit ja maadoituskiskot uusitaan. Uudet maadoituselektrodit asennetaan liittymiskaapeliojaan ja maadoituskiskot keskusten välittömään läheisyyteen.

Laskennassa huomioidaan päämaadoituskiskon ja keskusten väliset runkokaapeloinnit, maadoituselektrodin maahan asennus, kiskoilta lähtevät maadoitettavat pisteet tarvikkeineen sekä itse kiskojen asennus. Runkokaapeloinnit mitattiin keskusten syöttöjohtojen mukaan ja maadoitettavat pisteet keskitällä. Kaikille asennustöille käytettiin pakettirekisterien määrittelemää asennushintaa.

Remontoitavalle alueelle ei asenneta uusia kompensointilaitteita. Pääkeskukseen liitetty automaattinen estokelaparisto siirretään uuteen pääkeskustilaan ja liitetään uuteen pääkeskukseen. Työlle lasketaan hinta arvioimalla siirtotyöhön käytettävä aika sekä kaapeleiden purku ja uudelleenkytkennät.

Työt joudutaan suorittamaan osittain yöaikaan jotta käyttäjälle ei aiheutuisi sähkökatkoksista kohtuutonta haittaa.

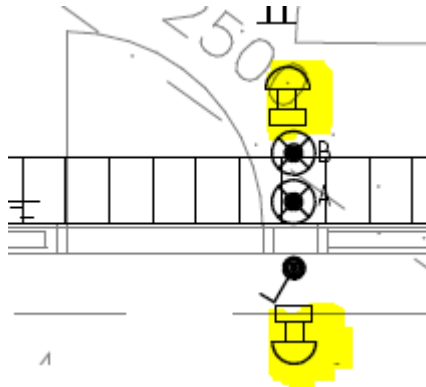
Kiinteistön sähkönmittaus suoritetaan pääkeskukseen asennettavalla päämittarilla. Ryhmäkeskusten valaistusosien etukojeet varustetaan jälkimittareilla. Mittareiden hinta on huomioitu keskusten hankintahinnassa. Mittarit liitetään rakennusautomaatiojärjestelmään.

LVI- laitteet hankkii ja asentaa putkiurakoitsija. Sähköurakkaan kuuluu kaapeleiden veto ja laitteiden kytkentä. Ryhmäjohtot mitoitetään suunnittelijoilta saatavien laite ja tehotietojen mukaan. Kaapelit mitataan keskuskasviosta ryhmäkohtaisesti ja lisätään laskentaan. Joitakin laitteita kuten pumppuja syötetään ryhmäjohtojen päissä olevilla pistorasioilla.

Kohteen pistorasiat johdotetaan omiin 16A:n ryhmiin 2,5mm² poikkipinnallisella johdolla. Luokkahuoneisiin ei asenneta erillisiä ATK- pistorasioita vaan kaikki on tarkoitettu yleiskäyttöön. Käsityöluokissa sekä vastaavissa tiloissa piirit varustetaan hätä- seis- painikkeilla viranomaisvaatimusten mukaisesti. (kuvio 7) Laitesähköistyksen pistorasiat toteutetaan laitesuunnitelmien edellyttämässä laajuudessa.

Laskenta aloitettiin laskemalla pistorasioiden ja hätä- seis- painikkeiden määrä kuvista. Lasketut tuotteet jaoteltiin IP- luokkiin tilojen mukaan ja asennushinta lisättiin laskentaan. Ryhmien syöttöjohdot mitattiin kuvista jakorasiolle asti josta tehtiin lähtevien haarojen mittaus keskitamalla. Lisäksi laskennassa huomioitiin pistorasioiden ketjutusten välinen etäisyys sekä jakorasioiden kytkennät.

Hätä- seis- painikkeiden piirit johdotetaan kunkin alueen ryhmäkeskukseen.



Kuvio 7. Hätä- seis- piirien painikkeet ovenpielessä

Valaistusjärjestelmien valinnassa noudatetaan seuraavia perusteita:

- valonlähteiden energiataloudellisuus ja tehokkuus
- valaisimien huollon toteutus ja polttoikä
- valaistuksen tasaisuus
- hyvä häikäisy-suojaus.

Yleisissä tiloissa valaistus toteutetaan T5- ja PLC- loistelampuilla sekä LED- valonlähtein varustetuilla lampuilla. Varastojen, teknistentilojen ja IV- konehuoneen valaistukseen käytetään loistelamppuja.

Käytävien ja aulojen valaistusta ohjataan liiketunnistimilla, liitettynä rakennuksen automaatiojärjestelmän aikaohjauksiin. Luokkatilojen valaistuksia ohjataan läsnäolotunnistimilla joiden lisäksi valaistusta voidaan säätää DALI- säätimillä.

Laskenta aloitettiin lähettämällä suunnittelijan laatima valaisinluettelo tukku- kauppiaille tarjouksen tekemistä varten. Valaistuksen ohjaukseen tarvittavat

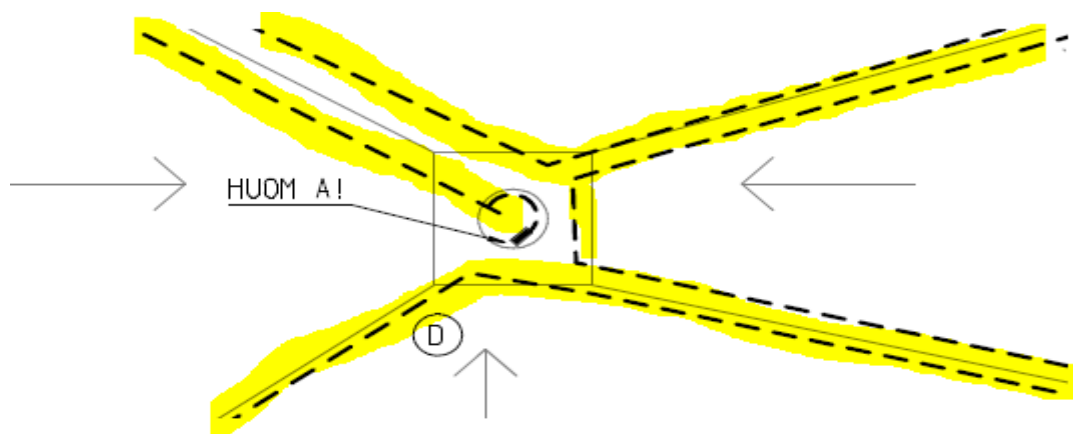
kalusteet laskettiin yksitellen ja saadut tulokset kirjattiin Excel- taulukoihin. Valaistuksen toteuttamiseen tarvittavat kaapelit laskettiin samalla tavalla kuin edellä esitettyssä pistorasiaryhmien laskennassa. Saatujen tarvikkeiden ja töiden summa lisättiin tarjoukseen.

Kiinteistö varustetaan viranomaisten vaatimalla merkki- ja turvavalaistuksella. Järjestelmän tulee olla standardin SFS 4640 mukainen ja asennustapa sisäasiainministeriön ohjeen 147/01/87 mukaan. Järjestelmän kaapelien on täytettävä standardin IEC 331 määrittelemä polttokoe. Rakennuksen poistumisteille asennetaan määräysten mukainen turvavalaistus sekä poistumistieopasteet. Turvalokeskukset asennetaan teknisiin tiloihin. Kaikki valaisimet ovat LED- valaisimia.

Järjestelmän kaikki laitteet hankitaan alihankintana laitevalmistajalta. Järjestelmän kokonaishinta muodostuu laitteiden, kaapeleiden, rasioiden sekä työosuuden summasta.

Kiinteistön kattokaivot ja jiirit varustetaan lämmityskaapeleilla. (kuvio 8) Kaapelit liitetään automaatiojärjestelmään joka ohjaa ryhmät päälle lämpötilan ollessa välillä $-1...+5\text{ C}^{\circ}$.

Kaapelit mitattiin laskentakuvasta suhdeviivaimella. Kaapelien tulee ulottua kattokaivon viemäriputkeen 2 m matkalle. Kaapelin tyyppi oli suunnittelijan määrittelemä Ensto Optiheat 20. Asennuksen hinta otettiin pakettirekisteristä. Laskennassa huomioitiin lisäksi kaapelin alku ja loppupäätteiden teko sekä rasiointit. Ryhmiä syöttää IV-konehuoneeseen sijoitettava keskus JK-21A.



Kuvio 8. Lämmityskaapelit

Tietoliikennejärjestelmän asennukset toteutetaan standardin EN 50173-1 mukaisesti. Järjestelmän suorituskyky on kategoria 6E joka toteutetaan suojaamattomia liitimiä ja kaapeleita käyttäen. Kaapelit liitetään olemassa oleviin jakamoihin lisäämällä tarvittaessa kytkentäpaneeleita. Sisäjohtoverkko asennetaan Viestintäviraston määräyksen 65B/2016 standardien mukaisesti.

ATK- järjestelmän hinnan määrittelemisessä voidaan käyttää pistehinnoittelua. Siihen kuuluvat kaikki työt kaapelinvedosta kytkentöihin. Tarvittavat aktiivilaitteet ja liitännät hankkii tilaaja. Järjestelmän käyttöönottovaiheeseen varataan tuntiöille aikaa 8h. Kaapelimäärä laskettiin 40 metrin keskitallalla, kokonaismäärän ylittäessä hieman yli 5km.

Muutosalueelle hankitaan uusi äänentoistojärjestelmä joka liitetään nykyiseen äänentoistokeskukseen. Opetustilojen kaiuttimet varustetaan äänenvoimakkuudensäädöllä. Laskennassa huomioidaan kaapelien ja kaiuttimien hinta lisättynä työn osuudella.

Urakka-alueelle asennetaan uusi keskuskellojärjestelmä, joka liitetään osaksi kiinteistön nykyistä järjestelmää. Käytävillä ja opetustiloihin asennetaan sivukellot joiden kaapeloinnit uusitaan. Järjestelmä tahdistetaan nykyisen pääkellon alaisuuteen.

Järjestelmän kellot alihankitaan tukkumyyjiltä saatujen tarjousten perusteella. Kaapelointiin käytetään KLM 2x0,8 tyyppistä kaapelia, jonka kokonaismäärä mitataan laskentakuvista. Kokonaishinta muodostuu tarvikkeiden ja työn summasta.

Kiinteistöön asennetaan rikosilmoitusjärjestelmä joka liitetään osaksi nykyistä järjestelmää. Rikosilmoitusjärjestelmän toteutukseen tarvittavat laitteet ja käyttöönotto alihankitaan laitetoimittajalta suunnitelmien mukaisesti. Sähköurakoitsija suorittaa järjestelmän kaapelointityöt. Laitetoimittajan tarjoukseen lisätään järjestelmän kaapeloinnista aiheutuvat kulut.

Kiinteistö varustetaan automaattisella paloilmoitinjärjestelmällä joka liitetään alueelliseen hätäkeskukseen. Järjestelmän ilmaisimet ja kaapeloinnit uusitaan ja liitetään nykyiseen paloilmoitinkeskukseen. Suojaus toteutetaan osoitteellisilla optisilla savuilmaisimilla.

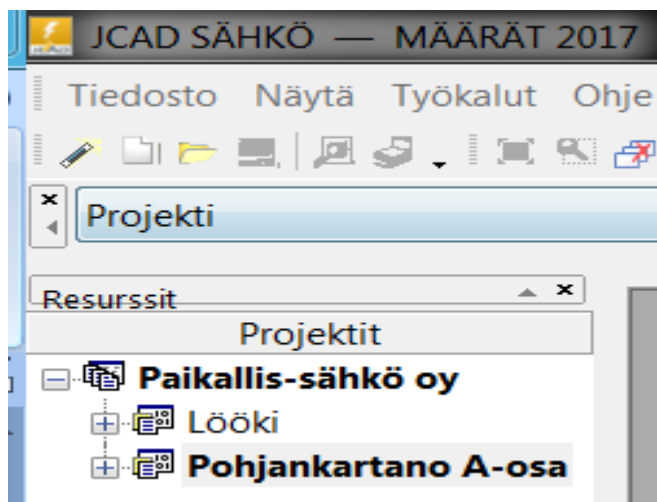
Järjestelmän laitteet ja käyttöönotto alihankitaan Siemensiltä. Sähköurakoitsija lisää tarjoukseen kaapeloinnista ja ilmaisimien kytkennöistä aiheutuvat kulut.

Kiinteistössä on käytössä rakennusautomaatiojärjestelmä, joka on DDC - pohjainen. Säättöpiirit muodostetaan ohjelmallisesti alakeskuksessa, joka sijaitsee IV-konehuoneessa. Järjestelmän asennus ja käyttöönotto alihankitaan suunnitelmien mukaisessa laajuudessa. Sähköurakoitsija suorittaa järjestelmän kaapelointityöt.

7 ESIMERKKIKOHTTEEN SÄHKÖINEN MÄÄRÄLASKENTA

7.1 J-CAD ohjelmiston esittely

J-CAD sähkömäärät ohjelmisto on edeltäjänsä Quantum Electran kehittyneempi versio, joka soveltuu erityisesti työmaan materiaalinhallintaan ja määrälaskentaan. Ohjelmalla voidaan laskea massoja vektorimuotoisista CAD kuvista sekä rasteri ja PDF- kuvista. Laskenta voidaan suorittaa joko artikkeli kerrallaan tai keskitetysti osoittamalla halutun tyyppiset symbolit samalla kertaa mitattaviksi. Saadut määrätiedot linkittyvät tukkurien tuoterekisteriin tai STUL:n pakettirekisterin todellisiin tuotteisiin ja paketteihin. Lasketut tuotteet merkitään kuviin laske-
tuiksi ja niitä voidaan kopioida laskentapohjassa esimerkiksi identtisten huoneis-
tojen välillä. Ohjelmisto on yhteensopiva Suomen markkinoilla olevien yleisim-
pien tarjouslaskentaohjelmistojen kanssa. (Jidea Oy 2017.)



Kuvio 9. J-CAD sähkömäärät projektipuu.

7.2 Projektin luonti ja kuvien tuonti ohjelmaan

Ohjelmalla työskentely tapahtuu kaikkien CAD-ohjelmien tapaan projekti kohtaisesti. Jos käyttäjällä on aiempaa kokemusta CAD-ohjelmien käytöstä, on sähkömäärät ohjelman toimintatapojen omaksuminen hiukan helpompaa.

Ohjelmaa käynnistettäessä ensimmäistä kertaa projektit välilehti on tyhjä. Projektin luonti aloitetaan valitsemalla projektit osion välilehdeltä uusi käsky ja annetaan projektille nimi. Sama toiminto saadaan aikaiseksi painamalla sauva

pikapainiketta. Samassa yhteydessä voidaan määritellä tarvittavat piirustukset sekä liittää niissä käytettävät erimuotoiset laskentapohjat. Samalla voidaan luoda alikansiota joihin voi tuoda mitä tahansa dokumentaatiota, jota projektin kuluessa tarvitaan.

Ohjelma luo joitain alikansiota kuten, varmuuskopiot ja siirtotiedot automaattisesti.

Kuvio 10. Projektin perustaminen.

7.3 Pohjakuvien mittakaavan tarkistaminen

Tarkkojen mittatulosten tuottamiseksi projektiin tuotujen kuvien mittakaava tulee tarkistaa. Tämä korostuu erityisesti pituuteen perustuvien, kuten johtoreittien ja johtojen mittaamisen yhteydessä. Tällä toiminnolla varmistetaan, ettei laskennassa pääse tapahtumaan systemaattisesti toistuvaa virhettä.

Yksittäisen laskentapohjan virheellinen mittakaava korjataan välilehdeltä laskentapohjan valmistelu skaalaa 1:1 osiosta. Kuvasta osoitetaan kohdistimella jonkin tunnetun mitan alku ja loppupiste, jonka jälkeen ohjelma kysyy todellista mitta. Tällä toiminnolla kuvaan saadaan ns. skaalauskerroin joka on todellinen mitta jaettuna kuvasta mitatulla pituudella. (Jidea Oy 2017.)

Kuvan skaalautuminen oikeaan mittasuhteeseen voidaan tarkistaa helposti ohjelman mittaa toiminnolla.



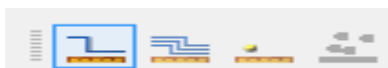
Kuvio 11. Mittaustoimintokuvake.

7.4 Mittaaminen J-CAD ohjelmistolla

J-CAD sähkömäärät ohjelmistolla voidaan käyttää neljää eri mittaustapaa. Näitä ovat:

- pistemittaus
- pisteiden pikamittaus
- johdotusmittaus
- johtoreittimittaus.

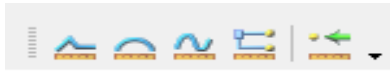
Näistä kaksi ensimmäistä perustuu määrään, ja kaksi jälkimmäistä soveltuu pituusmittauksiin.



Kuvio 12. Mittaustapakuvakkeet.

Pituusmittaus voidaan suorittaa käyttäen aputoimintoja murtoviivalla, kaarella, käyrällä, haaramittaus, sekä nimikemittaus. Johtojen mittaamiseen soveltuvat parhaiten kaarella ja käyrällä mittaus (esimerkiksi valaisimien välit). Ryhmäjohtojen syötöt sekä jakorasialta lähtevät johdot suoritetaan haaramittausmenetelmällä. Murtoviiva-aputoiminto soveltuu parhaiten suorien osuuksien kuten hyllyjen ja johtokanavien mittaamiseen. Mikäli laskentapohjasta halutaan etsiä ja osoittaa yksittäisiä mittavia pisteitä käytetään silloin nimikemittausta.

Mittaustuloksiin voidaan ohjelman kehittyneiden ominaisuuksien ansiosta kätevästi lisätä asennusvarat sekä alku- ja -päätepisteen korkeuserot

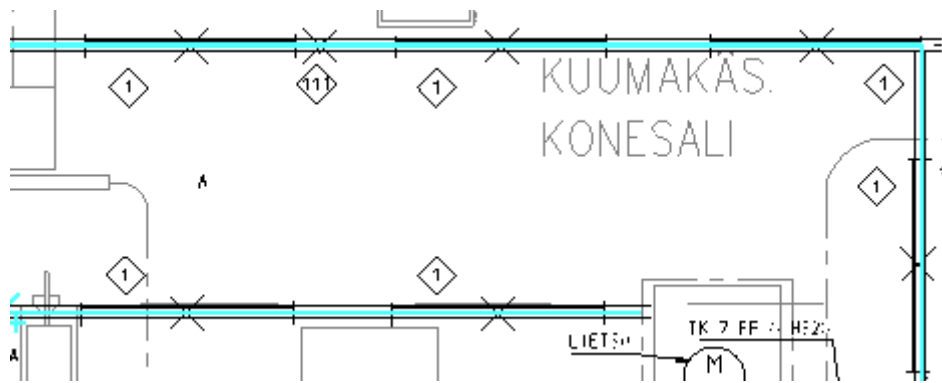


Kuvio 13. Mittauksen aputoiminnot.

Tarkimmat mittaustulokset saadaan tuotettua käyttämällä vektorimuotoisia eli DWG -päätteisiä kuvia. Kuvat koostuvat erillisistä alkioista ja niistä muodostetuista symboleista. Haku voidaan suorittaa ohjelmallisesti osoittamalla haluttua symbolia mikä tekee mittaamisesta tehokasta ja tarkkaa.

Muita kuin PDF -kuvia käytettäessä työskentely vaikeutuu. Kuvissa ei ole erillisiä alkioita valittavaksi joita voisi käyttää hyväksi, joten ohjelmalla voi jäädä löytämättä osa tarkoitetuista symboleista. Sen vuoksi mitattavat symbolit tulee osoittaa yksitellen, mikä tekee mittaamisesta työläämpää.

PDF- kuvista mitattaessa kannattaa valita symboli joka on mahdollisimman selkeä eikä siinä ole leikkaavia viivoja mukana.



Kuvio14. Valaisinripustuskiskojen mittaus PDF- kuvasta.

Mittaamisen edetessä ohjelma maalaa mitatut osiot tai symbolit halutun värisiksi. On erittäin suositeltavaa häivyttää maalatut kohteet kokonaisuuden mittauksen jälkeen. Näin laskentapohja pysyy siistinä ja työskentely selkeytyy.

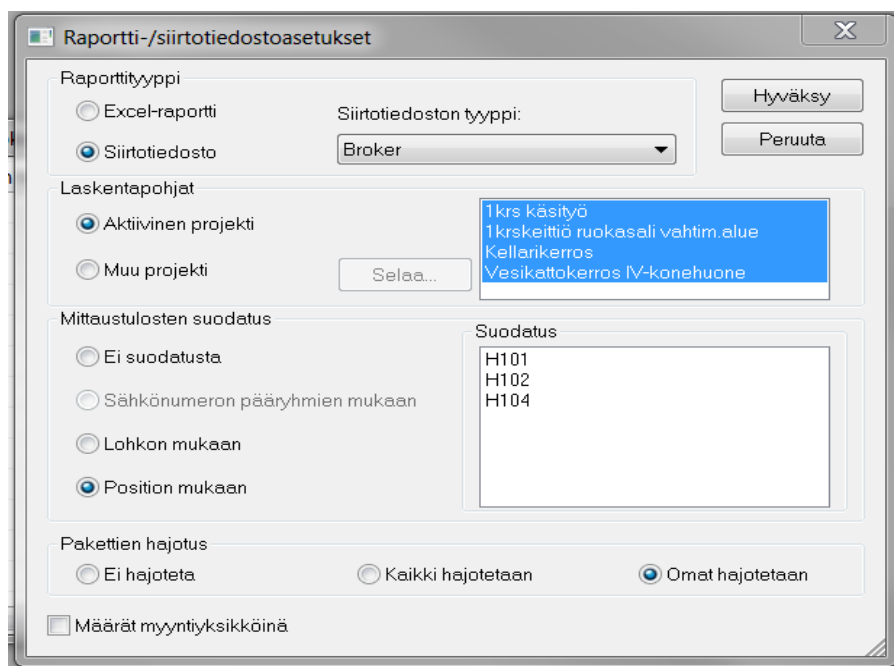
Piilotuksen merkiksi näytön alareunaan ilmestyy huutomerkillä varustettu kolmio. Piilotetut kohteet tulevat automaattisesti mukaan laskentaan.

7.5 Raporttien ja siirtotiedostojen luominen ja siirto

J-CAD ohjelmistolla voidaan luoda siirtotiedostoja ja viedä ne yhtiön omiin urakanlaskenta järjestelmiin. Mahdollisia tiedostomuotoja ovat perinteinen Excel raportti, Xpaja, AdmiNet, Ecom, SoftOne, Visma sekä Broker joka on käytössä Paikallis-Sähkö Oy:ssä. (Oy Mercus Software Ltd 2017.)

Raportin luonti aloitetaan asettamalla aktiiviseksi haluttu projekti. Alkuasetuksissa ohjelma kysyy onko kyseessä Excel-raportti vai siirtotiedosto sekä onko kyseessä aktiivinen, vai jokin muu projekti. Suodatusosiossa valitaan position mukaan joka helpottaa tarjouksen erittelyä.

Samat positiot kannattaa luoda myös Brokeriin jolloin tarjouksesta tulee selkeä. Pakettien hajotukseen valitaan omat hajotetaan, jos niitä on laskennan aikana luotu. Laskennan aikana luotuja paketteja on helpompi tarkastella eritellyssä muodossa. Samalla nähdään onko kaikki tarvittava huomioitu. Mitatut yksiköt ohjelma valitsee automaattisesti määrämuotoon. Toinen vaihtoehto on myyntiyksikkö.



Kuvio 15. Siirtotiedostojen asetukset J-CAD ohjelmassa.

Luodut siirtotiedostot haetaan Broker- urakanlaskentaohjelmaan tunnistusmotoriikkaa hyväksikäyttäen. Laskentatuloksien käsittelyä varten siirtotiedostojen tulee olla tallennettuna oikeassa muodossa. Tarjouslaskentaohjelmien tunnistuselementit ovat yksilöllisiä eikä niiden yhteensovittaminen ole mahdollista.

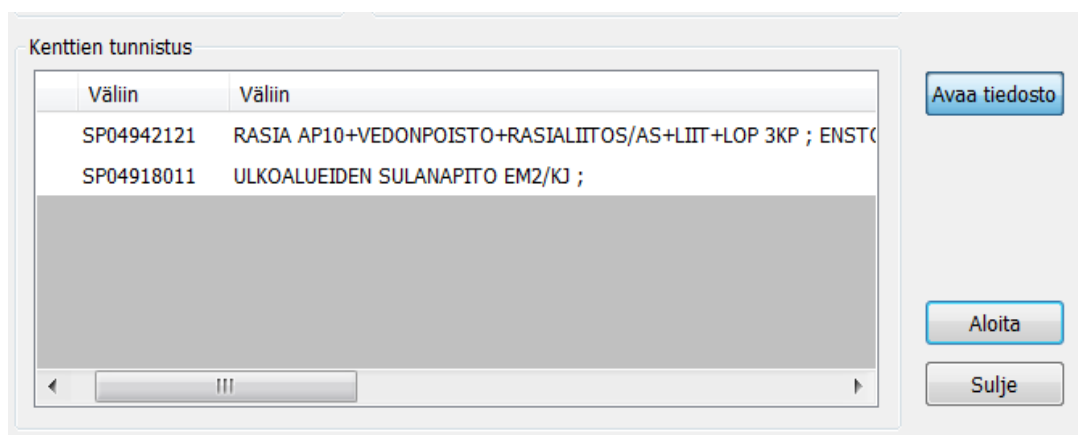
Tiedoston haku tapahtuu avaamalla laskettava projekti ja asettamalla aktiiviseksi projektin alle luotu yksilöity posti. Tässä vaiheessa yhteneväiset positiomerkinnot korostuvat sillä, on mahdotonta sijoittaa tuote oikeaan lohkokseen jos sitä ei ole merkitty oikealla tavalla.

Broker- urakkalaskentaohjelmassa on käytössä työkalu nimeltään tunnistusmotoriikalla varustettu velho. Se valitaan yläosan työkalupalkin oikean reunan alasvetovalikosta.



Kuvio 16. Broker:in työkaluvalikko.

Tämän valinnan jälkeen avautuu uusi ikkuna jonka kautta voi selata haluaansa tiedostoon ja suorittaa valinnan. Tiedostotyyppiä valitaan tekstitiedosto ja kenttien tunnistuselementiksi valitaan näkyvillä oleva sähkönumero ja numeroiden kohdalle puolestaan määrä.



Kuvio 17. Tiedoston valinta ja kenttien tunnistus.

8 LASKENTATAPOJEN VERTAILU

8.1 Sähköinen laskenta

Laskenta J- CAD sähkömäärät ohjelmistolla osoittautui nopeaksi ja tehokkaaksi tavaksi suorittaa massalaskentaa. Ohjelman hankintahintaan sisältyi 4 tunnin lähikoulutus, joka auttoi ymmärtämään ohjelman käyttöä hiukan paremmin. Ohjelman suomenkieliset valikot auttavat ohjelman käytössä ja toimintojen sisäistämisessä.

Ohjelman suurimpia vahvuuksia on siirtotiedostojen vienti urakkalaskentaohjelmaan. Hakutoimintojen suorittaminen oikeilla artikkeleilla käytännöllisesti katsoten nollaa virhemahdollisuuden.

Sähköisessä muodossa olevat kuvat säästävät toimiston pöytätilaa ja kuvasta toiseen vaihtaminen käy nopeasti yhdellä napin painalluksella. Piilotusominaisuuden ansiosta kuvat pysyvät siistinä ja selkeinä.

Jonkin verran laskentaa hidasti PDF- kuvien käyttö, joiden taso vaihtelee aika paljon. Ohjelmiston ominaisuuksien maksimaalinen hyödyntäminen vaatisi vektorimuotoisten laskentakuvien hankkimista. Hae kaikki- Hakutoiminnon suorittamisen jälkeen kuva jouduttiin usein tarkastamaan siltä varalta, että ohjelmalla jäi jokin symboli löytymättä.

Laskennan aikana havaittiin joitain ongelmia. Piilotusominaisuuden käyttö ei ole mahdollista jos hakuominaisuudeksi on valittu nimikehaku. Yksitellen haetut artikkelit jäävä kuvaan maalatuiksi joka hiukan sotkee laskentapohjaa.

Toinen ehkä merkittävämpi ongelma on PDF- kuvien tason vaihtelu. Jos symboli koostuu hyvin useasta pienestä palasesta on sen osoittaminen työlästä. Koko symbolin aluevalinnan jälkeen ei ole mahdollista suorittaa hae kaikki toimintoa.

Asiasta käytiin keskustelua ohjelmiston edustajan kanssa joka kertoi, että asia on huomioitu ja siihen tehdään päivitys.

8.2 Manuaalinen massalaskenta

Artikkeleiden etsiminen manuaalisesti on tarkkuutta vaativaa työtä. Pitkään työskenneltäessä inhimilliset heikkoudet korostuvat ja virheherkkyys kasvaa. Hyvin usein seuraavaan vaiheeseen siirryttäessä havaitaan edellisellä kierroksella huomioimatta jääneitä artikkeleita.

Työmaahan tarvittavien kaapeleiden tarkan mitan selvittäminen vaatii hyvin paljon työtä, koska käyrällä piirrettyjä kaapeleita on vaikea mitata suhdeviivaimella. Suuri osa kaapeleista joudutaan arviomaan paketissa olevalla keskimitalla, jolla päästään riittävään tarkkuuteen. Käytännössä tarkkojen mittaustulosten tavoittelu ei ole järkevää kuin arvokkaiden kaapeleiden mittaamisessa.

Muiden kuten pistorasioiden ja kaapelireittien laskemisessa päästään hyvinkin tarkkoihin lopputuloksiin, jos käytettävissä olevaa aikaa on riittävästi.

Käsinlaskemisen hyvänä puolena voidaan pitää sitä, että koko laskentapohja on koko ajan näkyvillä ja laskentaosuuksia voidaan helposti jakaa mahdollisuuksiensa mukaan. Toinen hyvä puoli on laskentaan käytettävien tarvikkeiden halpa hinta. Suurimpana heikkoutena on laskentaan käytettävä aika.

8.3 Kustannusvertailu

Kustannusvertailussa tarkasteltiin kummankin laskentamuodon suoritukseen käytettävää aikaa sekä takaisinmaksuaikaa. Laskenta rajattiin pelkkiin massoihin eikä siinä otettu huomioon osa-alueita jotka ovat kummallakin tavalla samat, kuten esimerkiksi positoiden luominen Brokeriin tai sulakkeiden laskentaa.

Suurin ajallinen säästö laskentatapojen välillä saadaan kerättyjen massojen syöttövaiheessa, kuten taulukossa 3 ilmenee.

Laskentatapa	Johtotiet laskenta(h)	Johdot Laskenta(h)	Pisteet Laskenta(h)	Syöttö Brokeriin(h)	Yht.	Ero(%)
Käsin	1	4	5	3	13	
J-CAD	1	3	3	0	7	46,2

Taulukko 3. Laskentaan käytetyn ajan taulukko.

Laskentatapojen välisiä eroja tarkasteltaessa tulee ottaa huomioon, että osan ajasta käsilaskentamenetelmää suoritettiin kokeneen laskijan avustamana. Ohjelmallinen osio suoritettiin kokonaisuudessaan opinnäytetyön tekijän toimesta, jolla ei ole aikaisempaa kokemusta J-CAD sähkömäärät ohjelman käytöstä. Tasavertaisilla lähtöasetelmilla laskentatapojen välinen ero olisi saattanut olla ohjelmallisen tavan eduksi vieläkin suurempi kuin 6h.

Laskentatapojen tulosten pohjalta voidaan laskea ohjelman takaisinmaksuaika. Oletetaan, että tarjouslaskijan kuukausipalkka olisi noin 3000e/kk. Työntekijästä aiheutuvat kustannukset yritykselle ovat noin 4250e/kk sivukuluineen. Ohjelman hankintakustannukset ovat noin 2500e koulutuksineen. Taulukon 3 perusteella laskettu ajallinen hyöty ohjelman käytölle on 46 %.

$$TMA = \frac{H}{A \cdot T} = \frac{4250e}{2500e \cdot 0,46} \sim 3,7kk \quad (1)$$

Missä

TMA	on	ohjelman takaisinmaksuaika
H	on	tarjouslaskijan kuukausipalkka
A	on	ohjelman hankintakulut
T	on	ajallinen säästö %

Todellisuudessa Paikallis-Sähkö Oy maksaa ohjelman käytöstä kuukausittaista lisenssimaksua jonka suuruus on noin 280e. Mikäli yhtiö päättää jatkaa ohjelman käyttöä tulevaisuudessa, ja jos lisenssimaksut eivät ole edes osittain vähennyskelpoisia, kannattaa ohjelma ottaa käyttöön kertahankintana.

9 POHDINTA

Aloittaessani työskentelyn tämän insinööriyön parissa oli mielessäni joitain epävarmuustekijöitä. Ensimmäinen ja ehkä suurin oli se, että ohjelmisto jolla määrälaskentaa suoritin oli yhtiössä kokonaan uusi. Toisin sanoen yrityksen palkkalistoilla ei ollut yhtään henkilöä jonka puoleen voisin ongelmatilanteissa kääntyä. Ohjelman hankinnan yhteydessä tehty tukipalvelusopimus oli tässä suhteessa korvaamaton apu.

Toinen epävarmuustekijä oli laskentaan käytettävän ajan määrä. Koska urakkalaskenta piti suorittaa kahteen kertaan, ei ylimääräisestä kerrasta luonnollisestikaan ollut yritykselle paljoakaan hyötyä. Toimenkuvani tulee yhtiössä kuitenkin tulevaisuudessa liittymään jollain lailla urakkalaskennan eri osa-alueisiin, joten kulutettua aikaa ei voi kokonaisuudessaan pitää hukkaan heitettynä.

Jälkeenpäin ajateltuna molemmissa oli myös hyvätkin puolensa. Sainhan itsenäisen työskentelyn ja ongelmien ratkaisemisella korvaamatonta kokemusta tulevaisuuden toimenkuvaani silmälläpitäen.

Insinööriyön tavoitteiden saavuttamisessa onnistuttiin mielestäni hyvin. Laskennasta saadut tulokset olivat hyviä ja ne osoittivat, että ohjelmallisesti suoritettu määrälaskenta on tehokkaampaa ja tarkempaa kuin käsinlaskenta. Suurin ajallinen säästö saavutetaan, kun tulokset viedään urakkalaskentaohjelmaan. Samalla virheiden määrä laskee lähelle nollaa, millä on mielestä suuri merkitys. Kokemuksen karttuessa uskon, että ohjelman käyttö tehostuu ja yhtiö tulee hyötymään sen käyttämisestä merkittävästi tulevaisuudessa.

Määrälaskennan keskeisin henkilö on sähkösuunnittelija. Hyvin laadituilla kuvilla ja ohjeilla laskennasta tulee sujuvaa eikä aikaa tarvitse käyttää tarkentavien kysymysten esittämiseen. Järjestelmistä laaditut pelkistetyt erilliskuvat vahvistavat ohjelman hakuominaisuuksia. Tämä ominaisuus korostuu erityisesti käytettäessä PDF- kuvia. Ohjelman ollessa nykyisessä kehitysvaiheessa suosittelen ensisijaisesti käytettävän DWG- muotoisia laskentakuvia.

LÄHTEET

Jidea Oy 2017. Yrityksen kotisivut. Viitattu 6.4.2017 http://extra.jcad.fi/tuotteet/JCAD_S%C3%84HK%C3%96_-_M%C3%84%C3%84R%C3%84T/oppaat/

Lindholm, J. 2015. Rakennushankkeen eri urakkamuodoista. Suomen Kiinteistölehti 1.7.2015. Viitattu 12.2.2017
<http://www.kiinteistolehti.fi/rakennushankkeen-eri-urakkamuodoista/>

Mattila, P. 2013. Rakennusteollisuus koulutus ja esitysaineistot. Viitattu 29.3.2017 <https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/koulutus--ja-esitysaineistot/2015/sivu-urakan-alistaminen.pdf>

Oy Mercus Software Ltd 2017. Tukihenkilön haastattelu 4.4.2017

Paikallis- Sähkö Oy 2016. Yrityksen kotisivut. Viitattu 18.3.2017
<http://www.paikallis-sahko.fi/index2.php?id=17>

Prodeco Oy 2017. Yrityksen kotisivut Viitattu 17.4.2017
<http://www.prodeco.fi/index.php?p=Allianssimalli>

Rakennushankkeen sopimussuhteet ja eri urakkamuodot. 2017. Sähköalalehti. Viitattu 22.3.2017 http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/Lakioikeus/fi_FI/sopimussuhteet%20/

Rakennusliitto 2016. Rakennuttaminen ja rakentamisen johtaminen. Viitattu 13.4.2017. <http://www.rakli.fi/rakennuttaminen/rakennuttamisenjohtaminen/allianssimallit.html>

Saastamoinen, A. 2011. Sähköurakoitsijan tarjouslaskenta. Espoo: Sähköinfo Oy

LIITTEET

Liite 1. Ohjeita ja vinkkejä J-CAD työskentelyyn

1 Hiiren käyttö

Suuri osa J-CAD sähkömäärät ohjelmiston toiminnoista voidaan suorittaa hiirellä ilman näppäimistöä. Ohjattavat toiminnot vaihtelevat sen mukaan millä kohdin osoitin sijaitsee työpöydällä. Hiiren tehokas käyttö parantaa ohjelman käytettävyyttä ja se onkin käyttöliittymän tärkein osa-alue.

Ykköspainikkeen toimintoja ovat:

- Toiminnon valinta alasvetovalikosta.
- Yksittäisen alkion valinta laskentakuvasta tai monivalinta Ctrl-näppäimen avulla.
- Valitun käskyn kumoaminen klikkaamalla tyhjää kohtaa.

Kakkospainikkeen toimitoja ovat:

- Valikkoalueella ikkunoiden hallintaan liittyvien käskyjen valikon esille ottaminen.
- Projektinhallinnan yhteydessä kuvien käsittelyyn liittyvien komentojen esille ottaminen.
- Työskentelytilassa alkion valinnan jälkeen muokkauskäskyjä sisältävän valikon esille ottaminen.
- Työskentelytilassa esim. piirto, suunnittelu ym. käskyjä sisältävän valikon esille ottaminen.

Hiiren rullan toimitoja ovat:

- Kuvan zoomaaminen lähemmäksi tai kauemmaksi.
- Vierityspalkin ollessa näkyvillä sisällön ylös ja alas selaaminen.
- Laskentapohjan raahaaminen rullaa alaspitämällä oikeaan kohtaan. (Voidaan valita asetuksista muillekin painikkeille).

2 Pikanäppäin toiminnot

Työskentelyn tehostamiseksi ohjelman käyttäjän kannattaa tietyille toiminnoille luoda pikanäppäinkomentoja. Käyttäjä voi luoda komennot omien mieltymystensä mukaisesti. Komennot kannattaa luoda kahden näppäimen yhdistelmästä, esim. Ctrl+ X. Mikäli pikanäppäintoiminnoiksi valitaan yksi kirjain, ei sen käyttäminen tekstinmuodostuksessa ole enää mahdollista.

Pikavalintoja voidaan muokata työkalut → mukauta toiminnoilla. Suositeltavia pikanäppäinkomentoja ovat laskettujen symbolien piilotus ja näyttö.

Liite1 2(3)**3. Työskentelyn aloittaminen**

Työskentely J-CAD sähkömäärät ohjelmistolla tapahtuu projekteittain, kulloinkin aktiiviseksi asetetussa projektissa. Työskentely aloitetaan joko luomalla uusi projekti tai aktivoimalla jo olemassa oleva projekti.

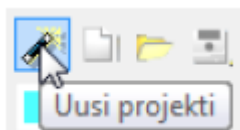
Jokaisella projektilla on oma kansiorakenteensa jonka ohjelmisto muodostaa aloitusvaiheessa. Kansioihin voidaan tallentaa keskitetysti kaikki projektiin liittyvät piirustukset ja dokumentit. Projektiin muodostetaan laskentapohjia joihin voidaan liittää yksi tai useampi mittakuva. Liitettävät kuvat voivat olla formaatillaan CAD-kuvia, PDF- kuvia tai paperilta skannattuja rasterikuvia. Projektit voidaan ryhmitellä esimerkiksi aikajakson tai rakennuttajan mukaan nimettyihin ryhmiin.

4. Projektipuun toiminnot.

- Projektinhallintaa ohjataan helpoiten resurssit → projektit ponnahdusvalikon kautta. Käskyvalikoima muuttuu riippuen siitä minkä projekti-resurssin päältä valikko avataan
- Projektipuun laajentuessa sen haaroja voidaan kutistaa + ja – merkeillä.
- Projektipuussa näkyvä kuva avataan kaksoisklikkaamalla sitä.

5. Projektin perustaminen

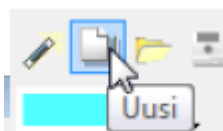
- Uusi projekti perustetaan valitsemalla projektit välilehti ja avautuvasta ponnahdusvalikosta uusi. Toiminto voidaan suorittaa nopeasti painamalla vasemmasta yläreunasta taikasauvapainiketta.



- Projektin perustamisen yhteydessä siihen voidaan määritellä tarvittavat piirustukset ja liittää niihin laskentapohjat. Myös alikansioihin voidaan lisätä projektin aikana tarvittavia dokumentteja.

6. Piirustuksen lisääminen olemassa olevaan projektiin

- Olemassa olevaan projektiin voidaan milloin tahansa lisätä piirustuksia. Lisääminen tapahtuu ponnahdusvalikon uusi → piirustus kautta. Vaihtoehtoisesti sama toiminto muodostetaan ylävalikon piirustus kuvakeesta.



Liite 1 3(3)

Uudet kuvat ovat aluksi tyhjiä. Laskentapohjan liittäminen suoritetaan valitsemalla tiedosto → liitä → laskentakuva.

7. Pohjakuvan mittakaavan tarkistus

- Kuvien mittakaava tulee tarkistaa ennen työskentelyn aloittamista. Tarkistaminen suoritetaan valikosta laskentapohjan valmistelu → skaalaus 1:1.
- Edellisen jälkeen ohjelma kysyy pisteiden alkua ja loppupäitä, jotka osoitetaan hiirellä. Pisteet annetaan kuvan sellaisesta kohdasta jossa todellinen mitta on näkyvillä. Käsky vahvistetaan kirjoittamalla mitta komentoriville ja painamalla enter näppäintä.

8. Käytännön vinkkejä

- Kahden näytön käyttö helpottaa työskentelyä. Voit sijoittaa apuikkunoi- ta toiselle näytölle.
- Joskus näytöillä olevat ikkunat menevät hukkaan tai telakoituvat näytön sivuun. Helpoiten ikkunat saa palautettua kirjoittamalla komentoriville tab ja hyväksymällä se enterillä. Komento palauttaa ikkunoiden järjestyksen tehdasasetuksiin.
- Joskus voi olla tarpeen siivota kuvista ylimääräisiä arkkitehtiviivoja. Sen voi suorittaa komennolla laskentapohjan valmistelu → tasojen hallinta → piilota taso osoittamalla. Kyseinen toiminto tulee kyseeseen DWG- kuvilla työskennellessä.
- Voit vaihtaa aiemmin saman istunnon aikana käyttämäsi mittausnimikkeeseen pikavalinnalla Ctrl + numero (1...9). Edellinen nimike löytyy ykkösestä ja sitä aiemmin käytetyt kakkosesta ylöspäin.
- Vanhoja projekteja olisi aika ajoin hyvä siirtää resurssien-hallinnan avulla pois projektiryhmistä esimerkiksi erilliseen arkistokansioon. Projektien määrän kasvaessa liian suureksi voi projektihallinnan toiminnot hidastua.